桔小实蝇不同发育阶段过冷却点的测定

侯柏华[1,2],张润杰[1,*]

(1. 中山大学昆虫学研究所/有害生物控制与资源利用国家重点实验室,广州 510275;2. 广东省昆虫研究所,广州 510260)

摘要:对桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel)不同发育阶段的过冷却点进行了测定。结果表明:同一虫期个体间的过冷却点出现不同程度的变异,但均服从正态分布。不同虫期的过冷却点差异显著,其中蛹的过冷却点最低(–12.2℃ ~ –15.0℃)。老熟幼虫的过冷却点为 –8.1℃。成虫的过冷却点最低值为 7 日龄雄虫(–10.5℃)和雌虫(–10.1℃),最高值为 60 日龄雄虫(–5.9℃)和雌虫(–6.4℃),但同一发育时期的雌、雄成虫之间的过冷却点没有差异。测定结果提示蛹期最有可能是该虫在温带地区越冬的虫态。

关键词:桔小实蝇;过冷却点;耐寒性;越冬

中图分类号:Q968 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2007)06-0638-06

Supercooling capacity of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)

HOU Bo-Hua[1,2], ZHANG Run-Jie[1,*] (1. Institute of Entomology/State Key Laboratory of Biocontrol, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China)

Abstract: In this study, the variation of supercooling point (SCP) at different developmental stages of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) was examined. The results indicated that the SCP of *B. dorsalis* varied significantly among individuals, but followed a normal distribution. The SCP at the pupal stage ranged from –12.2℃ to –15.0℃, which was the lowest among all the developmental stages. For the late 3rd instar larva, the SCP was –8.1℃. Values of SCPs varied significantly among adults of different age, the lowest SCPs were found in 7 day-old male adults (–10.5℃) and female adults (–10.1℃), and the highest SCPs were detected in 60 day-old male (–5.9℃) and female (–6.4℃). However, there was no significant difference of SCP between male and female adults in the same age. The results suggest that *B. dorsalis* may overwinter in the pupal stage in temperate zone.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; supercooling point; cold hardiness; overwintering

近年来,在大量的昆虫抗寒性研究中,过冷却点(supercooling point, SCP)作为一个重要的指标来界定昆虫的耐寒性强弱(Asahina, 1969; Leather *et al.*, 1993)。虽然有些昆虫种类的大量死亡出现在过冷却点以上的亚致死温度,致使过冷却点不能作为它们存活的低温下限(Bale, 1987, 1993; Sømme, 1999; Nedvěd, 2000),但其承受过冷却低温能力在昆虫耐寒性强弱中所起的作用是不可否认的,它作为一个相对的抗寒性指标是不容忽视的(Renault *et al.*, 2002)。不少学者还将过冷却点整合到种群在地理分布范围扩散方面的研究,探讨变温动物在种群扩散过程中过冷却点变化对种群扩散的生态学意义(江幸福等,2001;陈兵和康乐,2003; Abigail *et al.*, 2005)。

桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel)起源于热带或亚热带地区(White and Elson-Harris, 1992; Drew and Hancock, 1994),对高温有较强的适应能力,在热带和亚热带地区能常年为害(Christenson and Foote, 1960),但也有文献报道在我国长江流域和西南地区均有桔小实蝇的分布或发生(中国科学院动

基金项目:国家重点研究发展规划'973'项目(2002CB111405);国家自然科学基金项目(30471162, 30671394)
作者简介:侯柏华,男,1975 年生,湖南安仁人,博士,主要从事昆虫生态与害虫防治研究,E-mail:houbohua@gdei.gd.cn
* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail:lsszrj@mail.sysu.edu.cn
收稿日期 Received:2007-02-06;接受日期 Accepted:2007-05-14

物研究所，1987；张智英等，1995；章士美和赵泳祥，1996；Ye and Liu，2005）。目前对桔小实蝇在温带地区越冬及抗寒能力还缺乏详细研究，尚不清楚桔小实蝇在这些地区以何种虫态越冬，以及在这些地区是否具有足够的抗寒能力而顺利越冬。本文对桔小实蝇可能越冬虫态的过冷却点进行了测定，以期对桔小实蝇的抗寒性有一个初步的了解。

1　材料与方法

1.1　虫源

桔小实蝇从广州市仑头果园采集，寄主植物为杨桃 *Averrhoa carambola*。采集时间为 2005 年 8 月。将采集到的带虫果实带回实验室培养，收集羽化的成虫，待成虫性成熟，放入香蕉让其产卵，然后跟踪它的整个发育过程。随机抽取发育过程中的老熟幼虫，蛹和成虫并测定其过冷却点。各虫态均饲养在温箱中（26℃ ± 2℃，70% ± 5% RH 和光周期 12D∶12L），幼虫期的饲养参照梅流柱和周昌清（1995）的方法。成虫期的饲料为蔗糖和酵母膏（3∶1），化蛹基质为细沙（50%相对湿度）。

1.2　过冷却点的测定

老熟幼虫的过冷却点测定：收集 3 龄老熟幼虫（孵化后 6～7 天左右，并达到弹跳阶段）。蛹的过冷却点测定：选取 1 日龄、3 日龄、5 日龄、7 日龄和 9 日龄蛹。成虫的过冷却点测定：选取 1 日龄、3 日龄、7 日龄、14 日龄、21 日龄、30 日龄和 60 日龄成虫，并区分雌雄。

过冷却点的测定参考秦玉川和杨建才（2000）的方法，测定仪器为数字万用电表 + 热敏电阻（深圳市多一电子有限公司，型号：DY3103）。测定前用滤纸吸干老熟幼虫和蛹体的水分，并将供试虫与热敏电阻（探头）充分接触，数字万用电表通过探头连接到低温冰箱（－25℃）。当虫体的体液中形成冰晶时，由于潜热的释放导致温度回升，此时万用表上显示的数值即为过冷却点的值。每个龄期过冷却点测定取 20 头以上个体。

1.3　统计分析

采用单样本 Kolmogorov-Smirnov 检验分析不同虫期 SCP 的频次分布特征。计算不同虫期 SCP 的平均值和标准差（*SD*），各虫期 SCP 的差异采用 Kruskal-Wallis H 检验（Krukal-Wallis H Test），各虫期之间的差异比较采用 Mann-Whitney U 检验。所有数据均用 SPSS 13.0（SPSS Inc.，Chicago）软件分析。

2　结果与分析

2.1　过冷却点在各虫期的频次分布

桔小实蝇各虫期个体的过冷却点出现不同程度的变异。各虫期个体的 SCP 分布范围都有一定宽度，老熟幼虫的过冷却点范围为－11.2℃～－4.5℃（图 1）。SCP 最低值出现在 7 日龄蛹（－18.5℃）（图 2），最高值出现在 60 日龄雄虫（－3.8℃）（图 3）。7 日龄蛹的 SCP 分布范围最宽，最低值与最高值相差 9.8℃（图 2）。30 日龄雄虫的 SCP 分布范围最小，最低值与最高值相差 4.8℃（图 3）。各虫期的 SCP 值均服从正态分布（$P > 0.05$）。

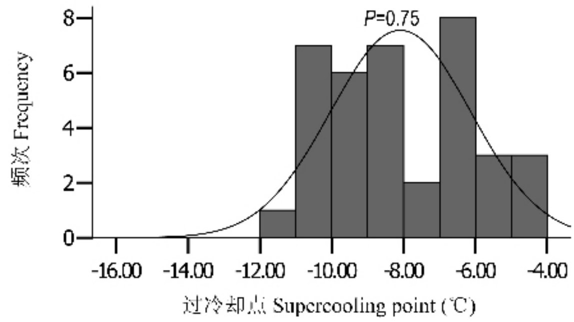

图 1　桔小实蝇老熟幼虫过冷却点的频次分布

Fig. 1　Frequency distributions of supercooling points in the late 3rd instar larvae of *Bactrocera dorsalis*

P 值为 Kolmogorov-Smirnov 检验值，拟合曲线符合正态分布；下图同。*P* is the value of One Sample Kolmogorov-Smirnov Test；the fit type of curve follows the normal distribution；the same for the following figures.

2.2　过冷却点在不同虫期之间的差异

桔小实蝇各虫期的过冷却点如表 1 所示。老熟幼虫的过冷却点为－8.1℃，蛹的过冷却点范围为－12.2℃～－15.0℃。成虫期的过冷却点的范围为－5.9℃～－10.5℃。不同虫期的过冷却点差异显著，其中以蛹的过冷却点最低（$P < 0.05$）。不同日龄蛹的过冷却点存在差别，1 日龄、3 日龄和 9 日龄蛹的过冷却点较 5 日龄和 7 日龄蛹的过冷却点高，差异显著（$P < 0.05$）。老熟幼虫的过冷却点高于 7 日龄成虫（雌虫和雄虫）（$P < 0.05$），但低于 30 日龄雄虫和 60 日龄成虫（雌虫和雄虫）（$P < 0.05$）。过冷却点在成虫的不同发育时期也存在差别，成虫期的过冷却点的最低值出现在 7 日龄雄虫（－10.5℃），最高值为 60 日龄雄虫的过冷却点（－5.9℃），但同一发育时期的雄虫和雌虫之间的过冷却点均没有显著差异（$P > 0.05$）。

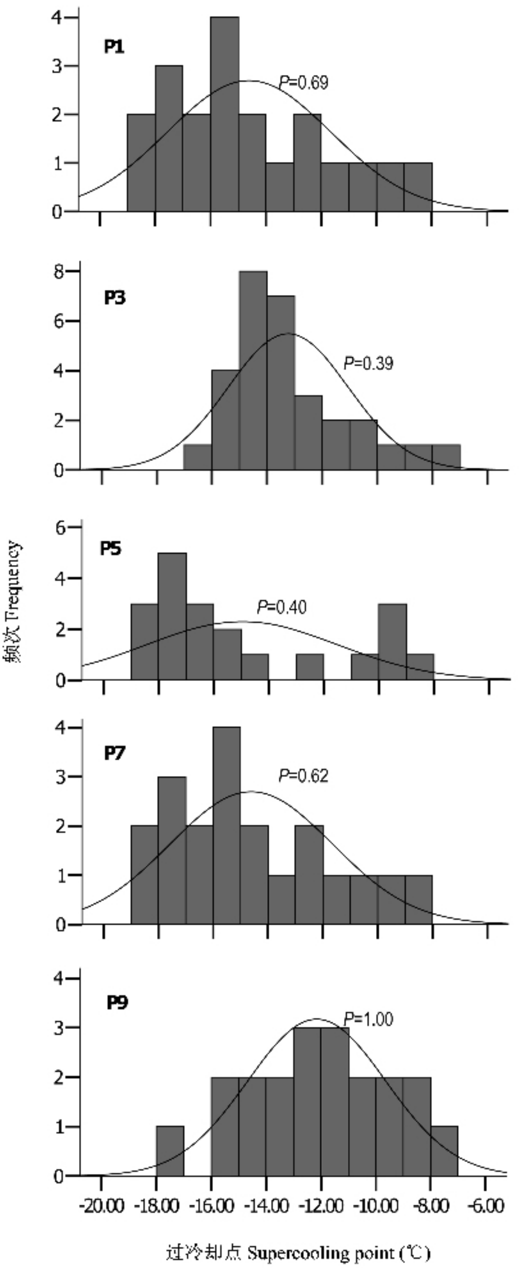

图 2 桔小实蝇不同日龄蛹过冷却点的频次分布

Fig. 2 Frequency distributions of supercooling points in different day-old pupa of *Bactrocera dorsalis*

P1、P3、P5、P7 和 P9 分别表示 1、3、5、7、9 日龄蛹。P1, P3, P5, P7 and P9 represent 1, 3, 5, 7, and 9 day-old pupa, respectively.

3 讨论

本文对桔小实蝇的过冷却点测定发现同一发育阶段的过冷却点有一定的变异，表明过冷却点在同一发育阶段的个体之间存在差异。过冷却点同一发育阶段的变异在变温动物的很多种类中是常见的(Block, 1984；Klok and Chown, 1998；景晓红和康乐，2003；Worland *et al*., 2006)。即使是在夏季，种群中一些个体也保持有较低的过冷却点，Klok 和 Chown(1998)认为这种现象是变温动物的一种适用策略，在遭受突如其来的意外的寒冷情况下，这些个体也能存活下来。同一虫态的不同发育时期差异明显，这种变化与营养、体内化学物质组成、虫体结构有一定关系，这已得到大量实例的证明(Leather *et al*., 1993；Kostal *et al*., 2001；景晓红和康乐，2003；Worland *et al*., 2006)。另外，实验还测得同一发育时期的雄虫和雌虫之间的过冷却点没有差异，估计这与雌雄虫之间的生理适应性有关。桔小实蝇成虫一生可以多次交配(Christenson and Foote, 1960)，因此需要雌雄虫在生理活动上保持同步。

任璐等(2006)比较了室内多代饲养条件下，不同寄主对桔小实蝇过冷却点的影响，测得桔小实蝇蛹期过冷却点在番石榴、杨桃、柑桔、西红柿和南瓜等 5 种果蔬中变化范围在 －10℃ ～ －21℃，其中在寄主杨桃上的过冷却点范围是 －12℃ ～ －20℃，本文测得蛹期过冷却点范围在 －12℃ ～ －15℃，另外，老熟幼虫和成虫期过冷却点在二者的研究中也存在一定的差别，这种差别估计是两者在实验虫源与测定方法上的不一致造成的。但二者均认为蛹的过冷却点低于其他虫期的过冷却点(任璐等，2006)。蛹期过冷却点最低，表明在温带地区最有可能是越冬的虫态。但是，时间和空间变化对过冷却点的影响也是客观存在的，过冷却点的季节趋势与当地的气温变化趋势密切相关，如飞蝗冬季种群卵的过冷却点显著低于夏季种群卵的过冷却点(Jing and Kang, 2003)。一种甲螨 *Phauloppia* sp. 的过冷却点在 1 月份为 －35.3℃，而 7 月份的值则为 －9.4℃(Sjursen and Sømme, 2000)。此外，地理纬度和海拔高度对昆虫的过冷却点影响很大，一般情况下，处在高纬度及高海拔地区的昆虫比低纬度及低海拔地区的昆虫有更强的耐寒能力(Chen *et al*., 1990；Tanaka, 1996；Jing and Kang, 2003；Abigail *et al*., 2005；Chen and Kang, 2005)。本实验供试虫源采自广州 8 月田间种群，并人工饲养了 1 代，实验结果可能与温带地区的自然越冬虫源有一定差异。

本文没有测定桔小实蝇的卵和在寄主体内发育的幼虫期的过冷却点，因为这两个虫期的发育与寄主植物的发育是保持同步的，而在温带地区的冬季，桔小实蝇的寄主果实非常少见，因此，本文首先排除了桔小实蝇以这些虫期越冬的可能性。但桔小实蝇寄主广泛，目前还没有完全查清其潜在的寄主范围，因此还不能完全排除以卵或幼虫越冬的可能性。

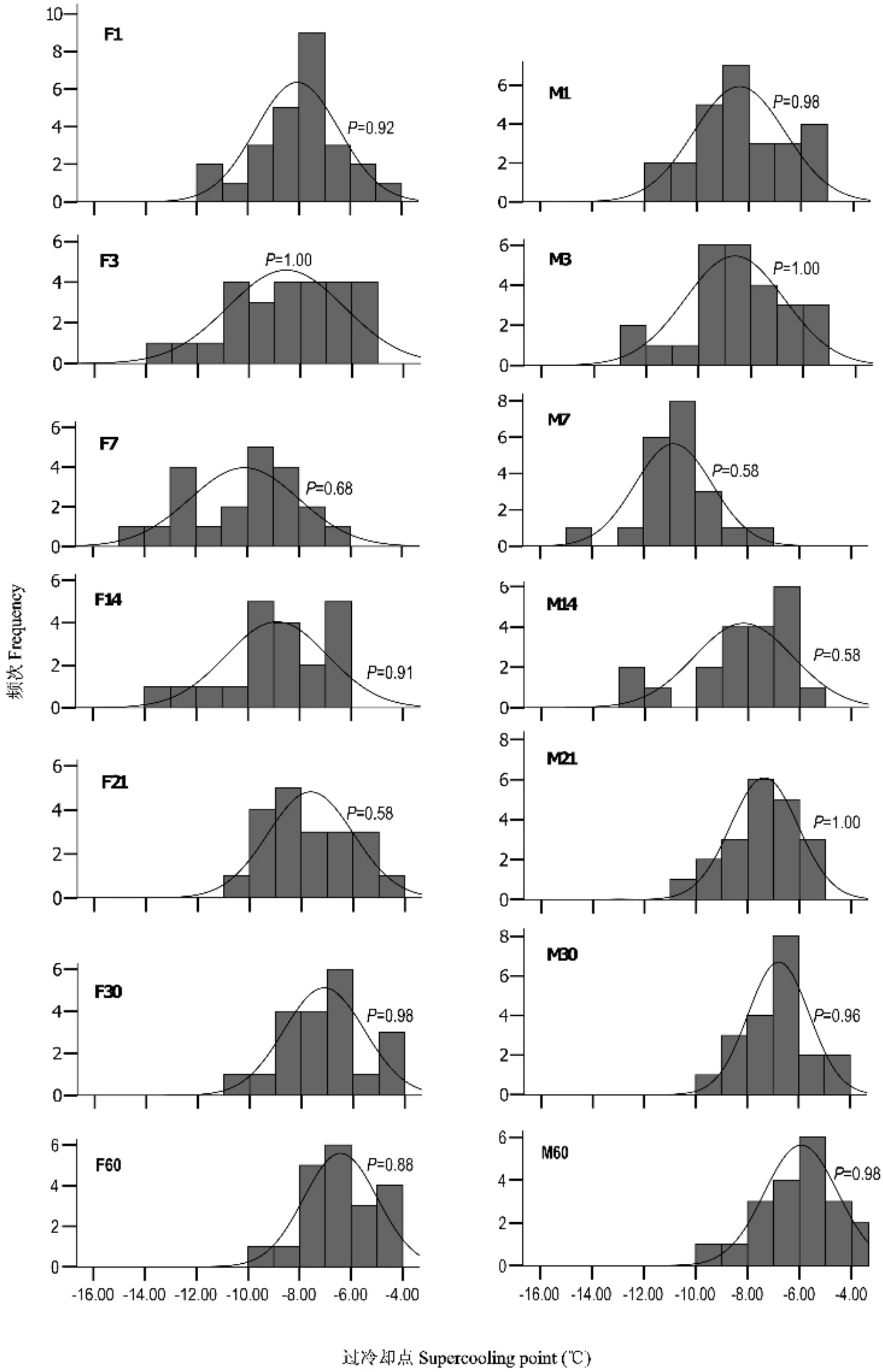

图 3　桔小实蝇不同日龄成虫过冷却点的频次分布

Fig. 3　Frequency distributions of supercooling points in adult flies of *Bactrocera dorsalis*

F1 ~ F60 和 M1 ~ M60 分别表示 1、3、7、14、21、30、60 日龄雌虫和雄虫。F1 – F60 and M1 – M60 represent 1, 3, 7, 14, 21, 30, and 60 day-old female and male adults, respectively.

本文的研究结果显示桔小实蝇有比较低的过冷却点，表明该虫具有在温带地区越冬的可能性。尽管对一些昆虫来说，过冷却点在一定程度能够指示越冬能力的强弱（Morrill *et al*., 1993；Story *et al*., 1993；Good *et al*., 1997），但对有些昆虫来说，过冷却点并没有起到指示其耐寒性的作用（Turnock *et al*., 1983；Lee and Delinger, 1985；Bale, 1987；Bennett and Lee, 1989；Chen *et al*., 1990；Butts,

表1 桔小实蝇各虫期的过冷却点

Table 1 Supercooling points at different stages of the Oriental fruit fly

虫期 Stage	样本数 Sample size	过冷却点 Supercooling point (℃)
老熟幼虫 Late 3rd instar larva	37	−8.1 ± 2.0 c
1日龄蛹 1 day-old pupa	30	−13.0 ± 2.3 e
3日龄蛹 3 day-old pupa	30	−13.2 ± 2.2 e
5日龄蛹 5 day-old pupa	20	−15.0 ± 3.5 f
7日龄蛹 7 day-old pupa	20	−14.6 ± 3.0 f
9日龄蛹 9 day-old pupa	20	−12.2 ± 2.5 e
1日龄雄虫 1day-old male adult	26	−8.4 ± 1.7 c
1日龄雌虫 1day-old female adult	26	−8.1 ± 1.6 c
3日龄雄虫 3 day-old male adult	26	−8.6 ± 1.9 c
3日龄雌虫 3 day-old female adult	26	−8.6 ± 2.3 c
7日龄雄虫 7 day-old male adult	21	−10.5 ± 1.5 d
7日龄雌虫 7 day-old female adult	21	−10.1 ± 2.1 d
14日龄雄虫 14 day-old male adult	20	−8.2 ± 1.9 c
14日龄雌虫 14 day-old female adult	20	−8.9 ± 2.0 cd
21日龄雄虫 21 day-old male adult	20	−7.4 ± 1.3 bc
21日龄雌虫 21 day-old female adult	20	−7.6 ± 1.6 bc
30日龄雄虫 30 day-old male adult	20	−6.8 ± 1.2 b
30日龄雌虫 30 day-old female adult	20	−7.1 ± 1.6 bc
60日龄雄虫 60 day-old male adult	20	−5.9 ± 1.4 a
60日龄雌虫 60 day-old female adult	20	−6.4 ± 1.4 ab

过冷却点的数据为平均值±标准差,其后具有相同的字母表示差异不显著(Mann-Whitney U 检验,$P > 0.05$)。Supercooling point is expressed as mean ± *SD*, and those followed by the same letters are not significantly different by Mann-Whitney U test ($P > 0.05$).

1992;Kostal *et al*., 2001)。很多昆虫在体温没有降到过冷却点时就出现大量的死亡。Bennett 和 Lee (1989)发现瓢虫 *Hippodamia convergens* 成虫滞育期的过冷却点就不能指示其耐寒性。Butts(1992)发现麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* 的过冷却点与其在低温下的存活率并不相关,温度在其过冷却点以上就会死亡。因此在解释过冷却点的结果时要谨慎,除非能够得到田间研究数据的确证。但目前尚无桔小实蝇在温带地区越冬的报道,也不清楚其以何种虫态越冬。张智英等(1995)调查了桔小实蝇在昆明地区的发生情况,结果表明在昆明地区冬季诱不到成虫,田间调查也没有发现幼虫和蛹,认为其不能在昆明越冬。Ye 和 Liu(2005)认为桔小实蝇所有虫态均不能在昆明地区越冬。因此,要想证明桔小实蝇在温带地区越冬的可能性,需进一步获得桔小实蝇在温带地区田间越冬的证据,并研究其过冷却点与抗寒能力之间的关系,分析过冷却点是否能指示其抗寒性。

参考文献(References)

Abigail Q, Richard MK, Sherman AP, 2005. Supercooling of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on a latitudinal temperature gradient in Texas. *Southwest. Nat*., 50: 302–306.

Asahina E, 1969. Frost resistance in insects. *Adv. Insect Physiol*., 6: 1–49.

Bale JS, 1987. Insect cold hardiness: freezing and supercooling-an ecophysiological perspective. *J. Insect Physiol*., 33: 899–908.

Bale JS, 1993. Classes of insect cold-hardiness. *Funct. Ecol*., 7: 751–753.

Bennett LE, Lee RE, 1989. Simulated winter to summer transition in diapausing adults of the lady beetle (*Hippodamia convergens*): Supercooling point is not indicative of coldhardiness. *Physiol. Entomol*., 14: 361–367.

Block W, 1984. A comparative study of invertebrate supercooling at Signy Island, Maritime Antarctic. *Br. Antarct Surv. Bull*., 64: 67–76.

Butts RA, 1992. Cold hardiness and its relationship to overwintering of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in southern Alberta. *J. Econ. Entomol*., 85: 1 140–1 145.

Chen B, Kang L, 2003. Supercooling point shift of pea leafminer pupae with latitude and its implication for the population dispersion. *Zool. Res*., 24: 168–172. [陈兵,康乐,2003. 南美斑潜蝇地理种群蛹过冷却点随纬度递变及其对种群扩散的意义. 动物学研究, 24: 68–172]

Chen B, Kang L, 2004. Variation in cold hardiness of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) along latitudinal gradients. *Environ. Entomol*., 33: 155–164.

Chen CP, Lee RE, Denlinger DL, 1990. A comparison of the responses of tropical and temperate flies (Diptera: Sarcophagidae) to cold and heat stress. *J. Comp. Physiol. B*, 160: 543–547.

Christenson LD, Foote RH, 1960. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol*., 5: 171–192.

Drew RAI, Hancock DL, 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bull. Entomol. Res*., 84 (Suppl. 2): 1–68.

Good WR, Story JM, Callan NW, 1997. Winter cold hardiness and supercooling of *Metzneria paucipunctella* (Lepidoptera: Gelechiidae), a moth introduced for the biological control of spotted knapweed. *Environ. Entomol*., 26: 1 131–1 135.

Institute of Zoology, Academia Sinica, 1987. Agricultural Insects of China, Vol. Ⅱ. Beijing: Agriculture Press. 638 pp. [中国科学院动物研究所, 1987. 中国农业昆虫(下册). 北京:农业出版社. 638页]

Jiang XF, Luo LZ, Li KB, Zhao TC, Hu Y, 2001. A study on the cold hardiness of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*. *Acta Ecol. Sin*., 21: 1 575–1 582. [江幸福,罗礼智,李克斌,赵廷昌,胡毅,2001. 甜菜夜蛾抗寒与越冬能力研究. 生态学报, 21: 1 575–1 582]

Jing XH, Kang L, 2003. Geographical variation in egg cold hardiness: a study on the adaptation strategies of the migratory locust *Locusta migratoria* L. *Ecol. Entomol*., 28: 151–158.

Jing XH, Kang L, 2003. Seasonal changes in the supercooling point of overwintering eggs of *Locusta migratoria*. *Entomol. Knowl*., 40: 326–328. [景晓红,康乐,2003. 飞蝗越冬卵过冷却点的季节性变化及生态学意义. 昆虫知识,40: 326–328]

Klok CJ, Chown SL, 1998. Interactions between desiccation resistance, host-plant contact and the thermal biology of a leaf-dwelling sub-antarctic

caterpillar，*Embryonopsis halticella*（Lepidoptera：Yponomeutidae）. *J. Insect Physiol.*，44：615 – 628.

Kostal V，Slachta M，Simek P，2001. Cryoprotective role of polyols independent of the increase in supercooling capacity in diapausing adults of *Pyrrhocoris apterus*（Heteroptera：Insecta）. *Comp. Biochem. Physiol. B*，130：365 – 374.

Leather SR，Walters KFA，Bale JS，1993. The Ecology of Insect Overwintering. Cambridge：Cambridge University Press.

Lee RE，Delinger DL，1985. Cold tolerance in diapausing and nondiapausing stages of the flesh fly，*Sarcophaga crassipalpis*. *Physiol. Entomol.*，10：309 – 315.

Mei LZ，Zhou CQ，1995. Effects of intraspecific competiction on population dynamics of Oriental fruit fly. *Supplement to the Journal of Sun Yatsen University*，2：41 – 46. [梅流柱，周昌清，1995. 种内竞争对桔小实蝇种群动态的影响. 中山大学学报论丛，2：41 – 46]

Morrill WL，Gabor JW，Wichman D，1993. Mortality of the wheat stem sawfly（Hymenoptera：Cephidae）at low temperatures. *Environ. Entomol.*，22：1 358 – 1 361.

Nedvěd O，2000. Snow white and the seven dwarfs：A multivariate approach to classification of cold tolerance. *CryoLetters*，21：339 – 348.

Qin YC，Yang JC，2000. A new simple method to test insect super-cooling point. *Entomol. Knowl.*，47：236 – 238. [秦玉川，杨建才，2000. 一种便携式测定昆虫过冷却点的方法. 昆虫知识，47：236 – 238]

Ren L，Lu YY，Zeng L，Pang ST，2006. Effect of different hostfruits on the cold hardiness of *Bactrocera dorsalis*（Hendel）（Diptera：Tephritidae）. *Acta Entomol. Sin.*，49：447 – 453. [任璐，陆永跃，曾玲，庞淑婷，2006. 寄主对桔小实蝇耐寒性的影响. 昆虫学报，49：447 – 453]

Renault D，Salin C，Vannier G，Vernon P，2002. Survival at low temperatures in insects：What is the ecological significance of the supercooling point？*CryoLetters*，23：217 – 228.

Sjursen H，Sømme L，2000. Seasonal changes in tolerance to cold and desiccation in *Phauloppia* sp.（Acari，Oribatida）from Finse，Norway. *J. Insect Physiol.*，46：1 387 – 1 396.

Sømme L，1999. The physiology of cold hardiness in terrestrial arthropods. *Eur. J. Entomol.*，96：1 – 10.

Story JM，Good WR，Callan NW，1993. Supercooling capacity of *Urophora affinis* and *U. quadrifasciata*（Diptera：Tephritidae），two flies released on spotted knapweed in Montana. *Environ. Entomol.*，22：831 – 836.

Tanaka K，1996. Seasonal and latitudinal variation in supercooling ability of the house spider，*Achaearanea tepidariorum*（Araneae：Theridiidae）. *Func. Ecol.*，10：185 – 192.

Turnock WJ，Lamb RJ，Bodnaryk RP，1983. Effects of cold stress during pupal diapause on the survival and development of *Mamestra configurata*（Lepidoptera：Noctuidae）. *Oecologia*，56：185 – 192.

White IM，Elson-Harris MM，1992. Fruit Flies of Economic Significance：Their Identification and Bionomics. Wallingford：CAB International.

Worland MR，Leinaas HP，Ghown SL，2006. Supercooling point frequency distributions in Collembola are affected by moulting. *Func. Ecol.*，20：323 – 329.

Ye H，Liu JH，2005. Population dynamics of the Oriental fruit fly，*Bactrocera dorsalis*（Diptera：Tephritidae）in the Kunming area，southwestern China. *Insect Science*，12：387 – 392.

Zhang SM，Zhao YX，1996. The Geographical Distribution of Agricultural and Forest Insects in China. Beijing：China Agriculture Press. 341 pp. [章士美，赵泳祥，1996. 中国农林昆虫地理分布. 北京：中国农业出版社. 341 页]

Zhang ZY，He DY，Yu YP，Wang WX，1995. Studies on population dynamics of Oriental fruit fly in Yunnan province. *Acta Phytophy. Sin.*，22(3)：211 – 216. [张智英，何大愚，余宇平，王文心，1995. 云南桔小寡鬃实蝇种群动态研究. 植物保护学报，22(3)：211 – 216]

（责任编辑 袁德成）